干旱区地理
ARID LAND GEOGRAPHY

新疆重点生态功能区生态补偿的空间选择研究

孙郧峰[1]， 仇 韪[2]， 范经云[3]
（1. 新疆大学经济与管理学院，新疆 乌鲁木齐 830046； 2. 新疆财经大学公共管理学院，新疆 乌鲁木齐 830012； 3. 新疆警察学院，新疆 乌鲁木齐 830011）

摘 要：基于生态补偿空间选择的基本原理，从区域范畴、资金分配、生态价值3个方面，解析了新疆重点生态功能区的基本特征，并利用“效益成本比瞄准”法、“生态补偿优先等级”法定量分析新疆生态补偿优先等级。结果表明：“生态补偿优先等级”中，新疆生态补偿优先等级与转移支付资金分配基本一致，因忽略环境因素，使得优先补偿等级未获得充分的生态转移支付资金；“效益成本比瞄准”法中，因忽略民生因素和环境因素，新疆生态补偿优先等级与转移支付资金呈现不对等关系，但这一方法，能更好地解读后期生态补偿的区域选择。在分配转移支付资金时，应综合环境、民生因素，均衡生态补偿优先等级与转移支付资金，提高转移支付资金的使用效率，推进新疆生态环境持续优化。

关 键 词：生态补偿；生态功能区；空间选择；新疆
文章编号：

重点生态功能区是保持地区生态平衡，维护其经济健康发展的基础，是需要重点保护和限制开发的地区。当前，新疆生态环境脆弱、经济和人口聚集水平较低，部分重点生态功能区出现生态系统退化趋势，对新疆乃至国家的生态环境安全构成威胁。研究新疆重点生态功能区生态补偿对于保护和恢复新疆生态环境，推进区域经济社会可持续发展具有重要的现实意义。

基于空间选择所实施的生态补偿是当前保护重点生态功能区的常用方法，也是建立生态补偿机制的基础。通过相应的方式对不同区域进行空间等级划分，根据所属等级评选出最有效的受偿区域，从而达到提高生态补偿机制效率的目的。这一概念从3个层面决定了生态补偿机制需要进行空间选择。一是不同区域所能够提供的生态系统服务具有较为明显的空间差异性，表现在不同地区的生态系统结构、格局有所差异，致使其所能提供的生态系统服务功能量有所不同、生态系统自身的敏感性与脆弱性也存在明显区别。二是不同区域提供生态服务的成本是有差异的，且造成生态系统所面临的不同损害危机，也存在不同的社会经济发展水平产生的可能。三是各种效率低下的情况往往也是存在于生态补偿机制中的，例如受偿主体的需求、自发性与补偿标准和方式存在脱节、补偿范围无法列入产生额外性的地区等多种复杂因素[1-5]。因此，选择科学实际的生态补偿的空间选择方法，不仅有利于地区生态目标的实现，而且可以为生态补偿优先区域的选择提供合理和定量化的理论基础。

目前，较为常见的生态补偿空间选择的测算方法有“成本瞄准”、“效益瞄准”、“效益成本比瞄准”以及“多目标、多准则瞄准”等[6-9]分析生态补偿空间选择是最先以单一的成本、效益或效益成本比来进行。随后，生态补偿机制的发展有单一目标发展转变为复合目标，出现“盈亏法”和“效益法”[10]，前者所进行的空间选择是基于生态系统服务功能的盈亏状况，后者实施的空间选择是根据生态系统所形成的效益。其中，“盈亏法”从某种程度上体现了地区本身对生态系统服务的占有、使用与耗损，对不

收稿日期：2020-03-03； **修订日期：**2020-10-26
基金项目：新疆大学博士创新项目（XJUBSCX-2014001）；新疆财经大学科研基金项目（2020XYB003）资助
作者简介：孙郧峰（1978-），男，博士研究生，研究方向为人口、资源与环境经济学. E-mail: xjdx_sunyunfeng@163.com
通讯作者：仇韪（1987-），男，博士，讲师，研究方向为人口、资源与环境经济学. E-mail: qiuweicd@sina.com

同地区生态系统服务的外部溢出可较为具体、精准的体现，因此普遍适用于区分区域间横向生态补偿的补偿主体和受偿主体[11]。但根据实测结果的科学性和实用性分析，新疆较密集的集中了重点生态功能区，各区县经济基础较为薄弱，生态系统服务基础和社会经济发展水平不同步，导致提供的生态系统服务在全国范围内显现一定的溢出效应，在此背景下构建区域的横向生态补偿机制难度较大[12]。新疆属于纵向区域生态补偿机制为主的地区，如何对上级政府所下发的补偿资金进行规范分配、合理使用，从而使区域生态补偿资金的使用效率显著提升，成为各级政府相关工作的落脚点。所以，在新疆重点生态功能区生态补偿机制中通过"盈亏法"来确定补偿主体的方式有一定的缺陷和不足。

本研究在ArcGIS 10.0软件中"重分类"方法和"区域分析"模块支持下测算2018年新疆重点生态功能区各县市各种类型土地使用面积，结合生态系统价值当量表，计算出各县市生态系统非市场价值和市场价值，采用空间模型分析方法，选取生态补偿机制中的"效益成本法"和"生态补偿优先级"测度新疆重点生态功能区各县市的补偿优先值，运用几何分类法将各市县的补偿优先值分为优先补偿区、次级补偿区和潜在补偿3个等级，根据该市县所属等级论证其是否需要优先纳入生态补偿范围，将新疆重点生态功能区生态补偿等级与转移支付资金的分配对比分析，判断生态补偿等级与转移支付考核县两者之间的差异性。该研究通过一定的方式、相应的方法对不同区域进行空间层次等级的划分，即对不同生态系统服务提供者区分级别，依据所属级别等级排列补偿区域转移支付资金使用效益等情况，评选出最有效的财政转移支付受偿区域（或生态系统服务提供者），以期达到财政转移支付视角下生态补偿优化的目的，对地区区域生态补偿机制效率起到促进提升作用。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

新疆维吾尔自治区位于我国西北边陲，面积 1.66×10^{6} km^2，总人口 2398.08×10^{4} 人。其重点生态功能区国土面积约 116×10^{4} km^2，总人口 1059.96×10^{4} 人，由国家级重点生态功能区和自治区级重点生态功能区组成。截止2019年，新疆共有重点生态功能区59个，其中国家级重点生态功能区48个，包括17个水源涵养型生态功能区、23个防风固沙型生态功能区、3水土保持型生态功能区以及5个生物多样性维护型生态功能区；自治区级重点生态功能区11个，包括1个属于水源涵养型生态功能区，10个属于防风固沙型生态功能区。

新疆生态类型复杂多样，自然环境恶劣导致区域生态环境脆弱，土地沙漠化和盐渍化问题突出，且具有较强的敏感性。新疆生态脆弱区域面积较大，占国土空间的面积超过一半，且大部分表现为极度脆弱，耕作方式落后以及不合理的灌排、全球变暖变湿等问题对脆弱的生态环境带来诸多负面影响。由于重点生态功能区的资源环境承载能力较低，限制进行大规模高强度工业化城镇化开发的区域[13]，新疆重点生态功能区亟需增强维护生物多样性、水源涵养、防风固沙、水土保持的能力，保障自治区生态安全以及增强提供生态产品的能力[14-15]，需划分限制开发的重点生态功能区与自然地理格局，最终形成"三屏两环"的生态安全战略格局。

1.2 数据来源

所有数据包括各县市土地面积、转移支付资金等。其中，研究县市的土地面积来源于《全国土地整治规划2016—2020年》；新疆重点生态功能区转移支付办法依据财政部《中央对地方国家重点生态功能区转移支付办法》（财预[2018]86号）执行，各县市转移支付资金通过查询当地政府网以及财政部门公开信息的数据整理获得；其他数据则来源于新疆统计年鉴及当年各县市国民经济和社会发展统计公报。

1.3 研究方法

鉴于此，本文为能够有效测算新疆重点生态功能区生态补偿的空间选择，首先，运用生态系统服务价值法，对新疆重点生态功能区生态服务价值进行测算；其次，在此基础上，运用"效益成本比瞄准"对重点生态功能区的生态重要性进行研判；最后，通过生态补偿优先级空间选择法对新疆重点功能区的生态补偿进行空间选择。

1.3.1 生态系统服务价值测算法 生态系统服务总价值则为非市场价值加上市场价值，并且通过细化非市场价值当量与市场价值的当量指标，科学测算每个生态系统服务当量因子的经济价值，进而将生态系统服务当量表示为价值量[16-17]。鉴于此，本文

借鉴谢高地等[18]的研究方法，对新疆重点生态功能区生态系统服务价值进行测试，其具体计算公式为：

$$VAL_{total}=\sum(ACR_h \times COEF_h) \quad (1)$$

式中：VAL_{total}为各市县的生态系统服务价值；ACR_h为市县内第h种土地使用类型面积；$COEF_h$为市县内第h种土地使用类型的生态系统服务价值系数。

1.3.2 "效益成本比瞄准"法 "效益成本比瞄准"的关键在于依据生态系统服务价值来确定地区区域的生态重要性，此方法途径属于"传统定位法"，其具体计算公式为：

$$R_m=VAL_m/C_m \quad (2)$$

式中：R_m为第m个地区的生态补偿优先等级，表示国家购买的生态系统服务价值，R_m越大，该地区效益越高，越应该被优先纳入生态补偿范围；VAL_m为第m个地区的生态系统服务的非市场价值；C_m为第m个地区所获得的生态补偿数。

1.3.3 生态补偿优先级空间选择法 本文借鉴刘晋宏等[16]提出的生态补偿优先级空间选择方法应用于新疆重点生态功能区生态补偿优先级空间选择，其具体的公式为：

$$ECPS=VAL_m/GDP_m \quad (3)$$

式中：ECPS为生态补偿优先级；GDP_m为第m个地区的国内生产总值。

2 生态系统服务价值评价

2.1 重点生态功能区转移支付资金的分配方式

省（自治区）级政府在执行国家重点生态功能区转移支付的资金分配时具有较为自由的空间。《中央对地方国家重点生态功能区转移支付办法》确定自治区重点生态功能区转移支付下达到各地（州、市），各地（州、市）按照自治区分配数额下达所辖县（市）。2015年，《新疆维吾尔自治区重点生态功能区转移支付办法》规定对重点生态功能区实行转移支付；2018年，《中央对地方国家重点生态功能区转移支付办法》逐步确立了新疆维吾尔自治区重点生态功能区转移支付办法。所以，新疆重点生态功能区转移支付补助额由重点补助、禁止开发补助、引导性补助、生态护林员补助以及奖惩资金5部分组成[19]。

2019年，新疆国家重点生态功能区转移支付总资金为42.41×10^8元。新疆各市县的国家重点生态功能区转移支付资金分配格局显示（图1），2019年，新疆共有68个市县享受国家重点生态功能区转移支付资金，其中，新疆南部和东北部少数市县获得的生态转移支付资金占比较大，中东部和西北部的市县获得的资金较少，政府关注度不够。福海县、伽师县、皮山县、墨玉县和若羌县5个县的转移支付资金均超过1.2×10^9元，其中80%的县都分布在新疆南部。9个属于重点生态功能区，但不属于考核县的市县除喀什市、和田市和尉犁县以外，其余均在3000×10^4元以下，而考核县中也有3个县的补偿资金少于3000×10^4元，分别是博乐市、精河县、温泉县，这些城市主要分布在新疆西北部，地理环境恶劣，人口密度低，经济欠发达，多为贫困县市，因而转移支付资金较少。

2.2 新疆各县市的生态系统价值

生态系统服务由供给服务、文化服务、调节服务和支持服务组成，其中市场价值是由供给服务所提供的，用市场价值当量表示，非市场价值是由文化服务、调节服务和支持服务提供的价值，由非市场价值当量表示[14-15]，将1 hm^2农田的每年自然粮食产量的经济价值作为1个生态系统生态价值当量因子的经济价值，据此我国标准的生态系统生态服务价值当量因子的经济价值约为3406.50 元·hm^{-2}。利用公式1，计算2018年新疆各市县的市场价值总量和非市场价值总量。结果显示（表1），新疆68个县的非市场价值显著高于市场价值，且两者之间存在较大差异，博湖县的非市场价值与市场价值间相差近46倍，塔城市的差异最小，两者相差仅有8倍。生态服务总价值排名前五的市县为富蕴县>且末县>和静县>若羌县>温宿县，这些县市多分布在新疆南部和西北部，且转移支付资金分配较多。

3 新疆各市县生态补偿区域的空间选择

3.1 效益成本比瞄准分析

计算新疆各市县生态补偿优先等级（公式2），根据此结果用几何间隔分类法对68市县分为3个等级：优先补偿区（$414.71<ECPS\leq 4698.91$）、次级补偿区（$36.98<ECPS\leq 414.71$）以及潜在补偿区（$0.00<ECPS\leq 36.98$）。图2为效益成本比瞄准法下，新疆生态补偿优先级划分的具体情况，新疆68县市中属

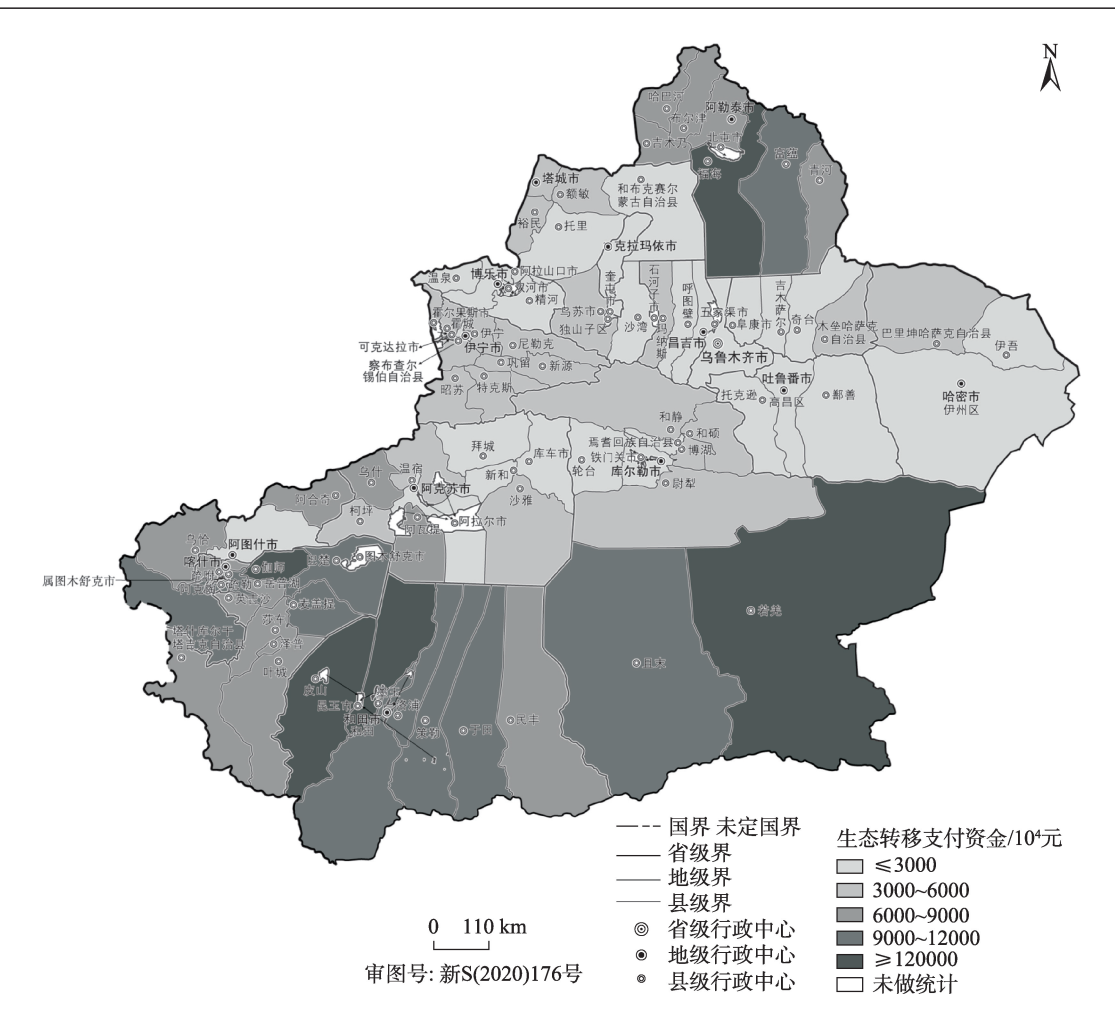


图1 新疆国家重点生态功能区转移支付资金分配格局

Fig. 1 Allocation pattern of transfer payment in national key eco-functional areas in Xinjiang

于优先补偿区的有6个县市，主要分布在新疆北部以及中部的图木舒克市和阿克苏市。次级补偿区总共有31个县市，分布面积较广，主要以南部和北部为主，在西部区域中，阿图什市、阿合奇县、喀什市、塔什库尔干县、叶城县、墨玉县也属于次级补偿区。潜在补偿区位于新疆西南部和中部，共有31县市。

3.2 生态补偿优先级分析

根据公式3，研究中各市县的生态补偿优先等级由其生态系统非使用价值除以当年各市县的GDP，由此，选用几何间隔分类方法将新疆各市县分成优先补偿区（1.41<ECPS≤6.22）、次级补偿区（0.27<ECPS≤1.41）以及潜在补偿区（0.00＜ECPS≤0.27）。生态补偿优先级法下新疆生态补偿优先等级划分情况（图3）显示，新疆优先补偿区共有16个县市，主要分布在新疆南部和东北部，也包括中部的和静县和巴里坤哈萨克自治县。次级补偿区共有29个市县，主要集中在新疆西南部和西北部，东部的伊吾县也属于次级补偿区。潜在补偿区共有23县市，主要分布在新疆中部，以及南部的乌恰县、英吉沙县、疏附县、疏勒县、岳普湖县、莎车县、泽普县。

3.3 新疆生态补偿优先等级的异质性分析

“效益成本比瞄准”法与“生态补偿优先等级”法，计算出截然不同的新疆生态补偿优先等级，需要进一步分析哪一种方法更接近于新疆生态补偿优先等级的现实。

3.3.1 “生态补偿优先等级”法更符合转移支付资金分配现状 将新疆补偿优先等级与转移支付资金分配情况进行分析。结果显示，“效益成本比瞄准”法中，新疆生态补偿优先等级与转移支付资金呈现不对等关系，“效益成本比瞄准”法下新疆生态优先补偿区主要集中在新疆东北部以及中部的图木舒克市和阿克苏市，而新疆国家重点生态功能区转移

表1 2018年新疆68市县生态系统服务价值

Tab. 1 Service values of eco-system in 68 cities and counties of Xinjiang in 2018

市县	市场价值	非市场价值	生态系统服务总价值	市县	市场价值	非市场价值	生态系统服务总价值
伊宁县	20.02	243.00	263.02	沙雅县	57.25	748.45	805.69
察布查尔锡伯自治县	12.74	103.84	116.57	塔什库尔干塔吉克自治县	12.17	247.19	259.36
霍城县	12.66	163.46	176.12	阿瓦提县	11.47	86.51	97.97
巩留县	20.32	216.27	236.59	柯坪县	13.47	149.10	162.57
新源县	27.66	321.67	349.34	阿克陶县	26.28	333.40	359.68
昭苏县	30.63	351.08	381.72	阿合奇县	24.96	367.72	392.68
特克斯县	25.31	292.30	317.61	乌恰县	4.61	49.50	54.10
尼勒克县	25.09	241.07	266.15	疏附县	10.24	97.53	107.78
阿勒泰市	5.16	85.62	90.78	疏勒县	6.88	66.31	73.18
布尔津县	42.70	532.06	574.76	英吉沙县	7.67	78.31	85.98
富蕴县	158.23	2134.51	2292.74	泽普县	5.93	53.28	59.21
福海县	46.74	678.67	725.41	莎车县	21.48	169.41	190.90
哈巴河县	43.70	365.65	409.34	叶城县	28.40	355.71	384.11
青河县	4.71	56.69	61.39	麦盖提县	14.81	172.70	187.52
吉木乃县	13.39	137.62	151.01	岳普湖县	7.72	87.18	94.90
博乐市	7.37	63.91	71.28	伽师县	15.06	165.53	180.59
阿拉山口市	0.14	1.02	1.15	巴楚县	30.88	393.26	424.15
精河县	17.21	230.53	247.74	乌什县	4.30	62.36	66.66
温泉县	19.37	222.20	241.57	和田县	11.05	178.93	189.97
塔城市	12.48	102.93	115.41	墨玉县	21.84	720.15	741.99
乌苏市	14.64	178.17	192.81	皮山县	15.31	229.46	244.77
额敏县	24.20	310.21	334.42	洛浦县	12.38	173.78	186.16
托里县	6.16	70.34	76.50	策勒县	15.82	226.61	242.44
裕民县	15.71	205.82	221.53	于田县	40.14	529.39	569.52
玛纳斯县	20.89	261.85	282.74	民丰县	10.97	189.99	200.96
木垒哈萨克自治县	39.36	735.01	774.37	巴里坤哈萨克自治县	46.77	794.25	841.02
图木舒克市	27.71	421.76	449.47	喀什市	2.82	58.10	60.92
若羌县	75.65	962.98	1038.64	和田市	2.84	23.90	26.73
且末县	85.20	1524.75	1609.95	阿图什市	21.38	219.73	241.11
和硕县	52.21	472.12	524.33	阿克苏市	34.36	352.48	386.84
和静县	75.38	1518.65	1594.03	尉犁县	39.25	482.46	521.72
焉耆回族自治县	4.39	44.58	48.97	和布克赛尔蒙古自治县	49.61	836.41	886.01
博湖县	7.30	332.44	339.74	伊吾县	20.38	330.03	350.41
温宿县	44.06	894.64	938.69	吉木萨尔县	22.71	304.19	326.90

支付资金主要扶持在新疆南部和东北部少数市县，这与研究在建立模型时，未考虑到各市县的人口、面积、政策等有关民生因素，致使计算结论与实际资金分配额难以契合。而“生态补偿优先等级”法中，新疆生态补偿优先等级与转移支付资金分配基本吻合，均倾向于新疆南部和东北部县市，不同之处在于新疆中部城市和静县、巴里坤哈萨克自治县生态系统服务价值较高，属于优先补偿级但获得的生态转移支付资金较少，由于两县人口密度低、地多人少等因素作用影响，在功能区转移支付资金分配中未得到相应重视，新疆阿克苏地区多优先级补偿区市县占比较大，因获得更多的转移支付资金。

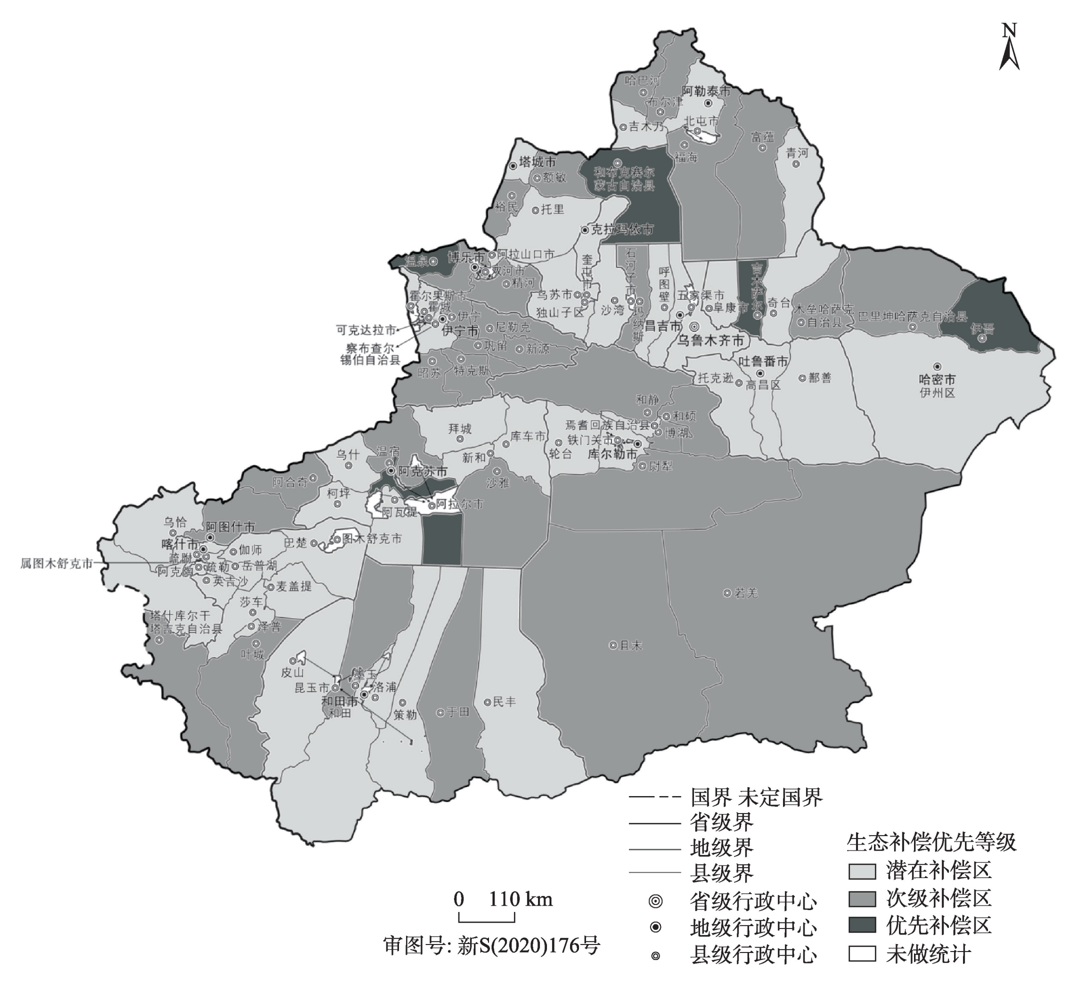


图2 效益成本比瞄准法下新疆生态补偿优先等级

Fig. 2 Priority scales of ecological compensation in Xinjiang analyzed with benefit-cost ratio targeting method

3.3.2 "效益成本比瞄准"法更能解读后期生态补偿区域的空间选择 结合新疆重点生态功能区转移支付考核看，新疆68个获得国家重点生态功能区转移支付县市中有59个重点生态功能区考核县，包括14个优先补偿区、24个次级补偿区、21个潜在补偿区。2017年，新疆实际新增乌什县、柯坪县、疏附县、疏勒县、和田县、博乐市、博湖县、塔城市、额敏县、托里县、裕民县11个县为重点生态功能区转移支付考核县，其中博乐市、塔城市、疏附县、疏勒县经济基础相对较好，由此可以看出新疆近年来重点生态功能区转移支付资金分配标准有向经济因素转移的趋势，民生因素的决定性程度开始出现下降趋势，一定的环境因素在资金分配中被纳入评定标准。所以，对于后期进行生态补偿地区的空间选择中，"效益成本比瞄准"法更加符合实际情况，环境因素因成为评估国家重点生态功能区财政转移支付资金使用效果的重要依据，与《2019年国家重点生态功能区县域生态环境质量检测评价与考核工作实施方案》工作目的一致，研究具备科学性与可行性。

3.3.3 转移支付资金分配格局与国家标准稍有偏离

2019年新疆各市县中获得转移支付资金(表2)超过12000×10⁴元的县有福海县、伽师县、皮山县、墨玉县和若羌县5个县，其中福海县和若羌县属于优先补偿区，其他3县均属于次级补偿区。转移支付资金在9000×10⁴~12000×10⁴元的县市有9个，其中且末县和于田县属于优先级补偿区，阿克陶县、麦盖提县、巴楚县、和田县、洛浦县、策勒县属于次级补偿区，疏勒县属于潜在补偿区。转移支付资金在6000×10⁴~9000×10⁴元的县市有18个，其中位于优先补偿区的市县有3个，次级补偿区的市县有4个，其余11个县市均属于潜在补偿区，其中和田市并不属于重点生态功能区。在16个优先补偿区中，转移支付资金小于6000×10⁴元有9个市县，其中属于重点生态功能区有8个。从2019年新疆国家重点生态功能区转移支付资金分配比重来看，优先补

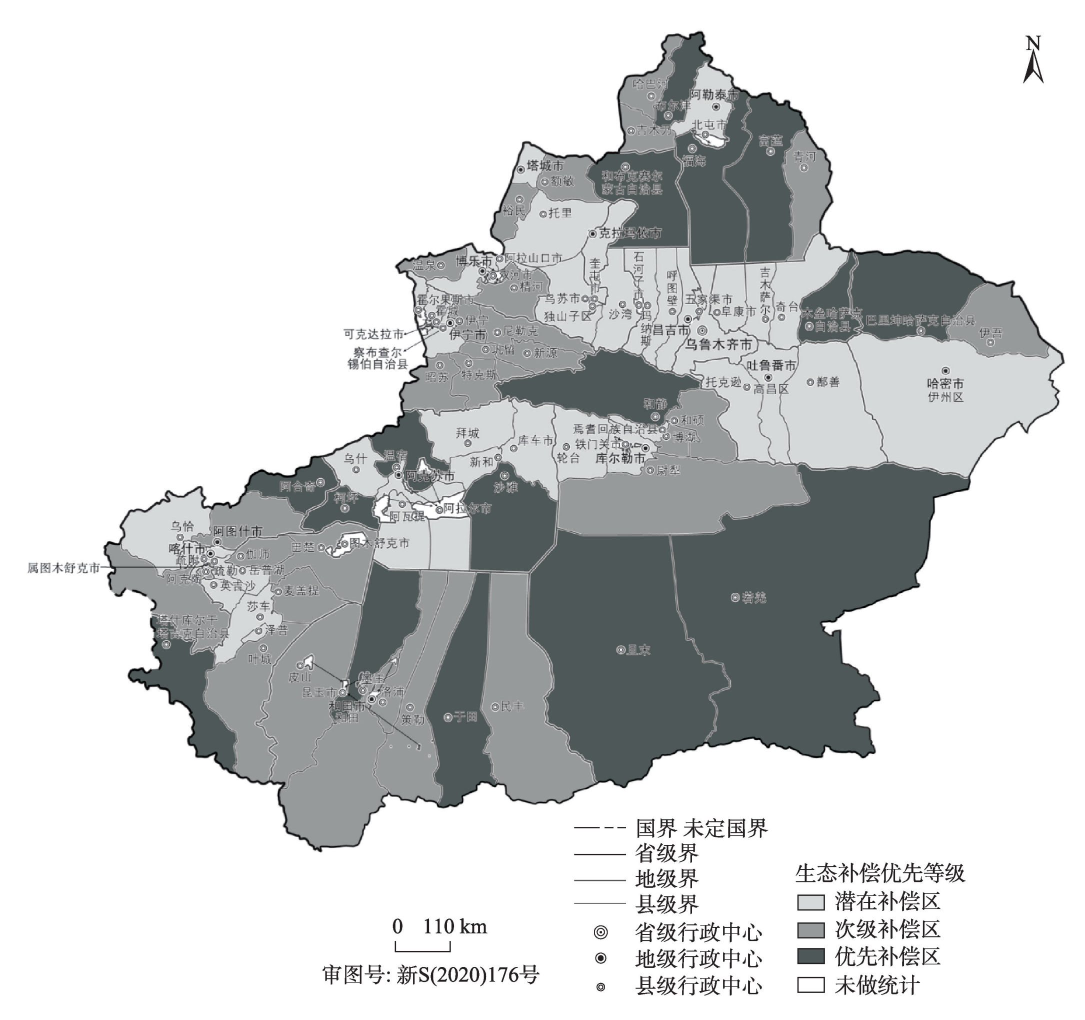


图3 生态补偿优先级法下新疆生态补偿优先等级

Fig. 3 Priority scales of ecological compensation in Xinjiang analyzed with priority of ecological compensation method

表2 新疆2019年国家重点生态功能区转移支付资金分配格局

Tab. 2 Allocation pattern of transfer payment in national key eco-functional areas in Xinjiang in 2019

生态补偿优先级		潜在补偿区	次级补偿区	优先补偿区	总计
总计	市县数量	23	29	16	68
	资金总量/10^4元	129819	197561	106729	434109
	比重/%	30	45.5	24.6	100
	平均资金量/10^4元	5644.3	6812.4	6670.6	6384
重点生态功能区	市县数量	21	24	14	59
	资金总量/10^4元	122850	179291	105593	407734
	比重/%	30.1	45.1	26.5	100
	平均资金量/10^4元	5850	7470.5	7542.4	6741.3
非重点生态功能区	市县数量	2	5	2	9
	资金总量/10^4元	6969	18270	1136	26375
	比重/%	26.4	69.3	4.3	100
	平均资金量/10^4元	3484.5	3654	568	2930.6

偿区<潜在补偿区<次级补偿区，而平均资金量的排名是潜在补偿区<优先补偿区<次级补偿区，优先补偿地区次级补偿地区差异较小，且重点生态功能区的3个等级平均资金均高于非重点生态功能区考。由此看出，在国家重点生态功能区转移支付资金分配力度上，现有的资金分配方式更倾向于重点生态功能区，但重点生态功能区平均资金排名较后，与新疆在实行转移支付资金分配时，过多考虑人口、

面积等因素有关。

4 结 论

研究分别选用“生态补偿优先级”与“效益成本比瞄准”2种方法论证新疆重点生态功能区转移支付资金使用的科学性、分配的规范性等问题，通过对比分析得出以下结论：

（1）“效益成本比瞄准”法下得出的生态补偿优先等级与新疆重点生态功能区转移支付资金分配情况呈现不对等关系，“效益成本比瞄准”法下新疆生态优先补偿区主要集中在新疆东北部以及中部城市，而转移支付资金主要扶持在新疆南部和东北部少数市县，这与研究在建立模型时，未考虑人口、面积等因素而导致计算结果与实际资金分配额难契合。

（2）由“生态补偿优先级”法计算出新疆生态补偿优先等级与新疆国家重点生态功能区转移支付资金分配情况基本契合、相一致，均倾向于新疆南部和东北部县市,不同之处在于新疆阿克苏地区优先级补偿区市县占比较大，但获得的生态转移支付资金较少，因此实施转移支付资金分配时，应考虑环境因素，以便对资金的利用效率进一步提升。

（3）新疆生态补偿优先级与转移支付资金分配格局呈现不对等关系，在国家重点生态功能区转移支付资金使用与分配的力度上，现有的资金更倾向于重点生态功能区，但重点生态功能区平均资金排名较后，与新疆实行转移支付资金分配时，过多考虑人口、面积等民生因素，而未将环境因素纳入评选标准有关。因此，在分配转移支付资金时，应综合考虑人口、环境、经济发展状况等因素，有效利用转移支付资金。

参考文献（References）

[1] Moran D, Mc Vittie A, Allcroft D J, et al. Quantifying public preferences for agri-environmental policy in Scotland: A comparison of methods[J]. Ecological Economics, 2007, 63(1): 42–53.

[2] 刘桂环, 文一惠, 谢婧, 等. 完善国家主体功能区框架下生态保护补偿政策的思考[J]. 环境保护, 2015, 43(23): 39–42. [Liu Guihuan, Wen Yihui, Xie Jing, et al. Thoughts on perfecting ecological protection compensation policy under the framework of national main functional areas[J]. Environmental Protection, 2015, 43(23): 39–42.]

[3] 赖力, 黄贤金, 刘伟良. 生态补偿理论、方法研究进展[J]. 生态学报, 2008, 28(6): 2870–2877. [Lai Li, Huang Xianjin, Liu Weiliang. Research progress of ecological compensation theory and methods[J]. Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(6): 2870–2877.]

[4] 王金南, 庄国泰. 生态补偿机制与政策设计国际研究会论文集[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2006: 25–44. [Wang Jinnan, Zhuang Guotai. Proceedings of the international society for ecological compensation mechanism and policy design[M]. Beijing: China Environmental Science Press, 2006: 25–44.]

[5] 孔德帅. 区域生态补偿机制研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2017: 39–70. [Kong Deshuai. Research on regional eco-compensation mechanism[D]. Beijing: China Agricultural University, 2017: 39–70.]

[6] Chomitz K M, Fonsonseca G A B, Alger K, et al. Viable reserve networks arise from individual landholder responses to conservation incentives[J]. Ecology and Society, 2006, 11(2): 40.

[7] 赵雪雁. 生态补偿效率研究综述[J]. 生态学报, 2012, 32(6): 1960–1969. [Zhao Xueyan. Review on ecological compensation efficiency[J]. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(6): 1960–1969.]

[8] 戴其文, 赵雪雁, 徐伟, 等. 生态补偿对象空间选择的研究进展及展望[J]. 自然资源学报, 2009, 24(10): 1772–1784. [Dai Qiwen, Zhao Xueyan, Xu Wei, et al. Research progress and prospect of spatial selection of ecological compensation objects[J]. Journal of Natural Resources, 2009, 24(10): 1772–1784.]

[9] Babcock B A, Lakashminarayan P G, Wu J J, et al. Targeting tools for the purchase of environmental amenities[J]. Land Economics, 1997, 73(3): 325–339.

[10] 谢高地, 甄霖, 鲁春霞, 等. 一个基于专家知识的生态系统服务价值化方法[J]. 自然资源学报, 2008, 23(5): 911–919. [Xie Gaodi, Zhen Lin, Lu Chunxia, et al. A method of ecosystem service value based on expert knowledge[J]. Journal of Natural Resources, 2008, 23(5): 911–919.]

[11] 赵翠薇, 王世杰. 生态补偿效益、标准——国际经验及对我国的启示[J]. 地理研究, 2010, 29(4): 597–606. [Zhao Cuiwei, Wang Shijie. Benefits and standards of ecological compensation: International experience and its enlightenment to China[J]. Geographical Research, 2010, 29(4): 597–606.]

[12] 杨振, 雷军, 英成龙, 等. 新疆县域城镇化的综合测度及空间分异格局分析[J]. 干旱区地理, 2017, 40(1): 230–237. [Yang Zhen, Lei Jun, Ying Chenglong, et al. Comprehensive measurement and spatial differentiation pattern analysis of the county urbanization in Xinjiang[J]. Arid Land Geography, 2017, 40(1): 230–237.]

[13] 呼梦霞, 杜宏茹, 张小雷, 等. 基于主体功能区视角下新疆民生质量的区域差异及影响因素[J]. 干旱区地理, 2017, 40(3): 655–663. [Hu Mengxia, Du Hongru, Zhang Xiaolei, et al. Regional differences and influencing factors of the quality of Xinjiang People’s livelihood based on the major function zones[J]. Arid Land Geography, 2017, 40(3): 655–663.]

[14] 陈亚宁, 李卫红, 陈亚鹏. 科技支撑新疆塔里木河流域生态修复及可持续管理[J]. 干旱区地理, 2019, 41(5): 901–907. [Chen Yaning, Li Weihong, Chen Yapeng. Science in supporting the eco-

logical restoration and sustainable development of the Tarim River Basin[J]. Arid Land Geography, 2019, 41(5): 901−907.]
[15] Claassen R, Cattaneo A, Johansson R. Cost-effective design of agri-environmental payment programs: U. S. experience in theory and practice[J]. Ecological Economics, 2008, 65(4): 737−752.
[16] 刘晋宏, 孔德帅, 靳乐山. 生态补偿区域的空间选择研究——以青海省国家重点生态功能区转移支付为例[J]. 生态学报, 2019, 39(1): 53−62. [Liu Jinhong, Kong Deshuai, Jin Leshan. Research on the spatial selection of ecological compensation areas: Using the transfer payment of national key ecological function areas of Qinghai Province as an example[J]. Journal of Ecology, 2019, 39(1): 53−62.]
[17] 苏芳, 宋妮妮, 尚海洋. 生态服务付费存在的问题及生态工人机制探讨[J]. 干旱区地理, 2020, 43(2): 467−473. [Su Fang, Song Nini, Shang Haiyang. Theoretical and practical problems in payments of ecoservice and discussion on the mechanism of ecoworkers[J]. Arid Land Geography, 2020, 43(2): 467−473.]
[18] 谢高地, 张彩霞, 张雷明, 等. 基于单位面积价值当量因子的生态系统服务价值化方法改进[J]. 自然资源学报, 2015, 30(8): 1234−1254. [Xie Gaodi, Zhang Caixia, Zhang Leiming, et al. Improvement of ecosystem service valuation method based on unit area value equivalent factor[J]. Journal of Natural Resources, 2015, 30(8): 1234−1254.]
[19] 张亚如, 张军民. 城镇化与经济发展的时空相互作用机制研究——以新疆为例[J]. 干旱区地理, 2020, 43(3): 839−848. [Zhang Yaru, Zhang Junmin. Spatio-temporal interaction mechanism of urbanization and economic development: A case of Xinjiang[J]. Arid Land Geography, 2020, 43(3): 839−848.]

Spatial selection of ecological compensation in key ecological functional areas of Xinjiang

SUN Yunfeng[1], QIU Wei[2], FAN Jingyun[3]
(1. School of Economic and Management, Xinjiang University, Urumqi 830046, Xinjiang, China;
2. School of Public Policy and Management, Xinjiang University of Finance & Economics, Urumqi 830012, Xinjiang, China; 3. Xinjiang Police College, Urumqi 830011, Xinjiang, China)

Abstract: Located in northwest China, 59 key eco-functional areas of Xinjiang occupy an area of 1.16 million square kilometers at national and provincial levels. By 2019, some of these eco-functional areas showed signs of ecological degradation because the environment is vulnerable and the concentration of economy and population is low, posing a grievous threat to the environmental security of Xinjiang and China as a whole. Therefore, a study of the ecological compensation in key eco-functional areas in Xinjiang is vital to the preservation and recovery of the environment and promotion of sustainable economic and social models in Xinjiang. Based on the principle of spatial selection of ecological compensation, the goal of this study was to identify and interpret the basic characteristics of the key eco-functional areas in Xinjiang from the perspective of regional category, the distribution of capital, and the ecological value of the resource. Quantitative methods of "benefit-cost ratio targeting" and "priority of ecological compensation" were used to analyze the priority scales of ecological compensation in Xinjiang. The results show that the priority of ecological compensation in Xinjiang is consistent with the allocation of transfer payment funds provided by the analysis of "priority of ecological compensation". Due to neglect of environmental factors, the priority of ecological compensation was presented with an inadequate ecological transfer payment. In the "benefit-cost ratio targeting" analysis, without considering livelihood and environmental factors, the priority of ecological compensation in Xinjiang was inconsistent with the transfer payment. However, the latter analysis can still help us understand the spatial choice of ecological compensation area in the ensuing period. When allocating transfer payment funds, environmental and livelihood factors should balance the priority of ecological compensation and transfer payment funds and improve the efficiency of transfer payment funds so as to promote a sustainable and optimal ecological environment in Xinjiang.

Key words: ecological compensation; ecological functional areas; spatial selection; Xinjiang